

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : 2 668 671  
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)  
(21) N° d'enregistrement national : 90 13519  
(51) Int Cl<sup>5</sup> : H 04 L 7/02

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 31.10.90.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : ALCATEL TELSPACE Société Anonyme — FR.

(72) Inventeur(s) : Gervais Jean-Michel et Sehier Philippe.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 30.04.92 Bulletin 92/18.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

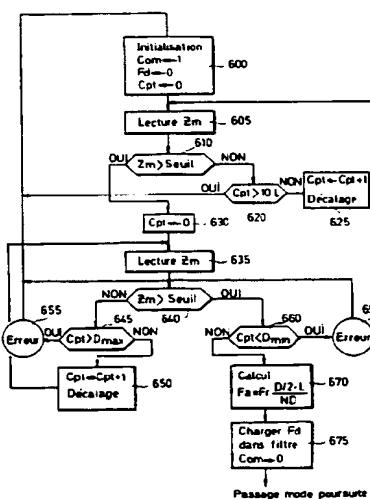
(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : SOSPI Du Boisbaudry Dominique.

(54) Une méthode pour synchroniser un récepteur avec un émetteur dans un système d'étalement de spectre par séquence directe.

(57) Une méthode pour synchroniser un récepteur avec un émetteur dans un système d'étalement de spectre, ledit récepteur ayant une base de temps et recevant un signal étalé par séquence directe fourni par l'émetteur, la méthode comprenant une phase d'acquisition par recherche série suivie d'une phase de poursuite. Pendant la phase d'acquisition on effectue les étapes suivantes de détermination (670) d'un écart de fréquence entre une séquence pseudo-aléatoire engendrée par le récepteur et une séquence pseudo-aléatoire contenue dans le signal étalé reçu et d'asservissement (675) de la base de temps du récepteur pour annuler ledit écart de fréquence avant la phase de poursuite.



**Une méthode pour synchroniser un récepteur avec un émetteur dans un système d'étalement de spectre par séquence directe**

5

10           L'invention concerne une méthode pour synchroniser un récepteur avec un émetteur dans un système d'étalement de spectre par séquence directe.

15           L'étalement de spectre par séquence directe est une technique bien connue pour surmonter de hauts niveaux d'interférence qui sont rencontrés dans la transmission d'information numérique par des canaux non protégés, par exemple les canaux satellites.

20           Cette technique consiste à superposer à une séquence numérique à transmettre par le canal une séquence pseudo-aléatoire d'émission engendrée par l'émetteur et à moduler cette superposition pour la transmission. Le signal résultant transmis peut être démodulé uniquement par un récepteur connaissant la séquence pseudo-aléatoire d'émission utilisée par l'émetteur.

30           On a représenté sur la figure 1 les éléments de base d'un système de communication numérique par étalement de spectre par séquence directe. Une séquence d'information numérique à transmettre est appliquée en entrée de l'émetteur 100 du système de communication, cette séquence étant restituée en sortie du récepteur 150 du système de communication. L'émetteur 100 et le récepteur 150 du système de communication comprennent respectivement un encodeur 110 et un décodeur 170 de canal, un modulateur 120 et un démodulateur 160 reliés respectivement en sortie de l'encodeur et entrée du

décodeur, le modulateur étant relié au démodulateur par un canal de transmission 140. En plus de ces éléments, l'émetteur et le récepteur du système de communication comprennent deux générateurs de séquence pseudo-aléatoire, l'un tel que 130 s'interfaisant avec le modulateur 120, l'autre tel que 180 s'interfaisant avec le démodulateur 160. Les générateurs 130, 180 engendrent une même séquence pseudo-aléatoire qui est appliquée d'une part au niveau du modulateur pour fournir sur le canal de transmission un signal étalé et qui est enlevée d'autre part au signal reçu au niveau du démodulateur pour restituer l'information transmise dans le signal étalé.

Afin de pouvoir démoduler le signal reçu, il est nécessaire de synchroniser la séquence pseudo-aléatoire engendrée au niveau du récepteur avec la séquence pseudo-aléatoire d'émission contenue dans le signal étalé reçu par le récepteur. Après que la synchronisation des deux générateurs de séquence pseudo-aléatoire est obtenue, la transmission effective de l'information peut commencer.

La synchronisation du récepteur consiste de façon connue en deux phases successives, une phase d'acquisition, par exemple par recherche série, suivie d'une phase de poursuite. L'ouvrage "Digital Communications", John G. PROAKIS, Collection Mc Graw Hill décrit en détail ces deux phases de la synchronisation.

—  
La phase d'acquisition par recherche série, décrite à la page 134 de l'ouvrage indiqué précédemment, consiste généralement en une recherche, par pas d'exploration égale à une demi-période d'un échantillon de la séquence pseudo aléatoire générée, des alignements temporels possibles de la séquence

pseudo-aléatoire générée par le récepteur par rapport à la séquence pseudo-aléatoire d'émission. Cette recherche est effectuée en comparant des échantillons de corrélation avec un seuil prédéterminé et en décalant temporellement la séquence pseudo-aléatoire générée par rapport à la séquence pseudo-aléatoire d'émission tant qu'un échantillon de corrélation n'a pas dépassé le seuil. Les échantillons de corrélation sont obtenus en mesurant l'énergie du signal de produit résultant de la multiplication du signal étalé avec la séquence pseudo-aléatoire générée. Le décalage temporel de la séquence pseudo-aléatoire générée est obtenue, par exemple, en appliquant des retards successifs à la base de temps du récepteur, laquelle commande le générateur de séquence pseudo-aléatoire du récepteur.

Lorsqu'une corrélation est détectée, l'étape d'acquisition fournit une synchronisation grossière pour laquelle la phase de la séquence pseudo-aléatoire engendrée par le récepteur est amenée sensiblement en coïncidence avec la phase de la séquence pseudo-aléatoire d'émission. L'étape de poursuite affine la synchronisation grossière en asservissant la base de temps du récepteur à un signal d'erreur au moyen d'un filtre de boucle.

Toutefois, lorsque les bases de temps commandant les générateurs de séquences pseudo-aléatoire de l'émetteur et du récepteur ont une fréquence différente, la synchronisation du récepteur devient difficile voire même impossible du fait que pendant la phase de poursuite, le récepteur perd l'information de synchronisation grossière. La phase d'acquisition doit alors être reprise et dans le meilleur des cas, le récepteur ne parvient à se synchroniser qu'au bout de plusieurs tentatives.

Cette différence de fréquence des bases de temps de l'émetteur et du récepteur peut résulter d'une différence entre les fréquences nominales des oscillateurs fournissant leur base de temps respective, due aux écarts de tolérance sur ces composants. Par ailleurs cet écart varie sensiblement avec la température.

Une autre cause de la différence de fréquence des bases de temps de l'émetteur et du récepteur est l'incertitude sur la valeur du débit de la séquence d'information en entrée de l'émetteur. Cette incertitude résulte en particulier des normes imposées à l'émetteur. Ainsi, la fréquence de la base de temps de l'émetteur devant être un multiple du débit d'information, une variation du débit d'information entraîne une variation de la fréquence de la base de temps de l'émetteur.

Encore une autre cause de la différence de fréquence des bases de temps de l'émetteur et du récepteur réside dans l'existence d'une vitesse relative entre l'émetteur et le récepteur dans le cas d'une transmission par satellite défilant. Cette vitesse relative cause un effet Doppler qui est à l'origine d'un écart de fréquence des bases de temps.

Pour surmonter ces difficultés, on a adopté des solutions spécifiques à chaque cas cité. Ainsi, dans l'ordre, on a recours à des oscillateurs plus précis mais dont le coût est très élevé, à un tramage plésiochrone de l'information mais qui entraîne la complication des appareillages d'émission et de réception, à l'utilisation d'une information de vitesse relative pour annuler en réception l'écart de fréquence apparent mais cette information n'est pas toujours disponible. Enfin, une solution connue applicable à

tous les cas cités consiste à augmenter la plage d'accrochage du filtre de boucle. Cependant cette adaptation pénalise fortement la stabilité de la synchronisation et n'est pas adaptée lorsque le rapport signal/bruit pour le signal étalé transmis est faible.

Ainsi, les solutions connues ne donnent pas entière satisfaction puisqu'elles entraînent soit une augmentation importante du coût des matériels, soit une complexité accrue de ceux-ci, soit une dégradation des performances d'autres parties du système de communication.

L'invention a pour objet de pallier les inconvénients précités en proposant une méthode pour synchroniser un récepteur avec un émetteur dans un système d'étalement de spectre, ledit récepteur ayant une base de temps et recevant un signal étalé par séquence directe, la méthode comprenant une phase d'acquisition par recherche série suivie d'une phase de poursuite, remarquable en ce que pendant la phase d'acquisition

on effectue les étapes suivantes:

- détermination d'un écart de fréquence entre une séquence pseudo-aléatoire engendrée par le récepteur et une séquence pseudo-aléatoire contenue dans le signal étalé reçu;

- asservissement de la base de temps du récepteur pour annuler ledit écart de fréquence avant la phase de poursuite.

La méthode selon l'invention permet donc un passage fiable de la phase d'acquisition à la phase de poursuite même lorsque les bases de temps commandant les générateurs de séquences pseudo-aléatoires dans l'émetteur et dans le récepteur ont des fréquences différentes. L'écart de fréquence ayant été annulé

avant la phase de poursuite, l'accrochage du filtre de boucle peut s'effectuer de façon fiable.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore mieux à la lecture de la description qui suit d'un exemple de réalisation préférentiel de l'invention illustrée par des dessins dans lesquels:

- la figure 1 représente schématiquement un système de communication comprenant un émetteur et un récepteur utilisant l'étalement de spectre;
- la figure 2 représente schématiquement une partie du récepteur du système de communication représenté en figure 1;
- la figure 3 est un chronogramme dans lequel apparaît la base de temps du récepteur;
- la figure 4 représente schématiquement un filtre de boucle du récepteur;
- la figure 5 illustre la détection d'une corrélation;
- la figure 6 est un organigramme illustrant les étapes de la méthode de synchronisation du récepteur selon l'invention.

En se reportant à la figure 2, on a représenté les éléments du récepteur 150 intervenant pendant la phase d'acquisition du processus de synchronisation. Ces éléments constituent en partie l'interface entre le générateur 180 de séquences pseudo-aléatoires et le démodulateur 160 représenté en figure 1. Dans la suite de l'exposé, on considérera que le générateur 180 engendre des séquences pseudo-aléatoires courtes ou moyennes.

Le générateur 180 engendre une séquence pseudo-aléatoire dont les éléments ont deux états possibles, par exemple +1 et -1, la séquence ayant une

5 période finie  $L$ . Le générateur 180 est commandé par un signal d'horloge  $H$  définissant une base de temps. A chaque front montant du signal d'horloge  $H$ , c'est-à-dire au rythme d'une fréquence récepteur  $F_r$  ( $F_r=1/T_r$  où  $T_r$  représente la période d'horloge du récepteur), le générateur 180 fournit un élément  $P_n$  de la séquence pseudo-aléatoire.

10 100 Le générateur 130 de séquence de l'émetteur fournit une séquence pseudo-aléatoire identique à la séquence pseudo-aléatoire générée dans le récepteur 150. Le générateur 130 est commandé par un signal d'horloge dont la période est  $T_e$ , pouvant être différente de  $T_r$ .

15 Nous allons maintenant décrire le processus de synchronisation du récepteur 150 avec l'émetteur 100. Le récepteur 150 reçoit en entrée un signal étalé par séquence directe fourni par l'émetteur 100. Le récepteur 150 effectue sur le signal étalé reçu un premier traitement correspondant à la phase d'acquisition, qui est réalisé par exemple de façon numérique.

25 30 Préalablement au démarrage de la phase d'acquisition, le signal étalé reçu par le récepteur est transposé à la fréquence nulle. On a représenté, sur la figure 2, par  $r(t)$  l'enveloppe complexe du signal étalé reçu. Le signal  $r(t)$  est ensuite échantillonné dans un échantillonneur bloqueur 200 à chaque front montant du signal d'horloge  $H$  pour fournir des échantillons complexes  $r(k)$ .

35 Les échantillons complexes  $r(k)$  et les éléments  $P_n$  de la séquence pseudo-aléatoire générée par le générateur de séquence 180 sont fournis à un corrélateur. Le corrélateur comprend un multiplieur 205

qui multiplie un échantillon complexe  $r(k)$  avec un élément  $P_n$  de la séquence pseudo-aléatoire en réponse à chaque front montant du signal d'horloge  $H$ . Les éléments de produit sont fournis d'une part à une partie 220 de calcul d'un signal d'erreur pour la phase poursuite et d'autre part à une partie de calcul de l'énergie du signal étalé. La partie 220 de calcul du signal d'erreur pour la phase poursuite, ne concernant pas directement l'invention, ne sera pas décrite par la suite.

La partie de calcul de l'énergie du signal étalé comprend un premier accumulateur 210, un multiplicateur 230 et un second accumulateur 240 reliés dans l'ordre en série. Les éléments de produit sont fournis à l'accumulateur 210 pour être accumulés  $G$  fois où  $G$  représente le gain d'étalement du système d'étalement de spectre. L'accumulateur 210 fournit au rythme  $1/GTr$  des premiers éléments accumulés  $Y_e$ . Les premiers éléments accumulés  $Y_e$  sont fournis d'une part au démodulateur 160 et d'autre part au multiplicateur 230. Le multiplicateur 230 effectue un élévation au carré des premiers éléments accumulés et fournit le résultat de cette opération à l'accumulateur 240. Les premiers éléments accumulés élévés au carré sont de nouveau accumulés  $K$  fois dans l'accumulateur 240. L'accumulateur 240 fournit en sortie des échantillons de corrélation  $Z_m$  pour lesquels le rapport signal/bruit est rendu minimum en choisissant convenablement le paramètre  $K$ . Un séquenceur 260 commandé par le signal d'horloge  $H$  initialise les accumulateurs 210, 240 après chaque opération d'accumulation.

Les échantillons de corrélation  $Z_m$  sont ensuite fournis, au rythme  $1/NTr$  ( $N=GK$ ) à une partie 250 de gestion de l'acquisition qui constitue l'élément essentiel de l'invention. La partie 250 de gestion de

l'acquisition a pour rôle de gérer la phase d'acquisition, d'estimer un écart de fréquence entre la séquence pseudo-aléatoire engendrée par le récepteur et la séquence pseudo-aléatoire d'émission contenue dans le signal étalé reçu à partir des échantillons de corrélation  $Z_m$ , et d'éliminer cet écart de fréquence préalablement à la phase de poursuite en asservissant la base de temps du récepteur.

La partie 250 de gestion d'acquisition est reliée à un circuit 270 de décalage d'horloge et à un filtre de boucle 290. Le filtre de boucle est par ailleurs relié à la partie 220 de calcul du signal d'erreur en mode poursuite. La base de temps du récepteur est fournie par un oscillateur 280 commandé numériquement par le filtre de boucle 290. L'oscillateur 280 fournit un signal d'horloge de référence  $H_0$  au circuit 270 de décalage d'horloge. A partir du signal d'horloge  $H_0$ , le circuit 270 de décalage d'horloge fournit le signal d'horloge  $H$  commandant l'échantillonneur bloqueur 200, le générateur 180 de séquence pseudo-aléatoire, le séquenceur 260 et le premier accumulateur 210.

Le signal d'horloge de référence  $H_0$  fourni par l'oscillateur 280 a une fréquence deux fois supérieure à celle du signal d'horloge  $H$  fourni par le circuit 270 de décalage d'horloge, ainsi que cela est représenté sur la figure 3. Ainsi que cela sera décrit par la suite, la partie 250 de gestion d'acquisition délivre un signal de commande de décalage représenté sur la figure 3, qui est fourni sur une entrée de commande du circuit 270 de décalage d'horloge. Lorsque le circuit 270 de décalage d'horloge reçoit une commande de décalage, il retarde la base de temps du récepteur représenté par le signal d'horloge  $H$  d'un temps  $Tr/2$  équivalent à une demi-période du signal

d'horloge de référence. Par ailleurs l'oscillateur 280 génère un signal d'horloge de référence H0 dont la fréquence varie linéairement avec la valeur Sn appliquée à son entrée de commande. On conviendra par 5 la suite, que si la valeur Sn est nulle, la fréquence du signal d'horloge de référence H0 est égale à 2/Tr et la fréquence du signal d'horloge H est égale à 1/Tr.

La valeur Sn appliquée en entrée de 10 l'oscillateur 280 est fournie par le filtre de boucle 290 dont un exemple de réalisation est représenté en figure 4. Comme cela est bien connu par l'homme de l'art, le filtre de boucle est un filtre de premier ordre paramétré par deux constantes de filtrage A et B 15 (où A et B sont deux constantes positives très inférieures à 1 avec A beaucoup plus grand que B) et comporte un registre 295 pour charger directement une fréquence de décalage Fd qui sera explicitée plus loin ainsi qu'un moyen 296 de commande de filtre permettant 20 d'inhiber la fonction filtrage du filtre de boucle. Le moyen 296 de commande de filtre reçoit en entrée d'une part le signal d'erreur En fourni par la partie 220 de calcul du signal d'erreur en mode poursuite, et d'autre part, un signal d'amplitude nulle représenté par 0. Le 25 filtre de boucle reçoit par ailleurs un signal de commande de configuration ainsi que la valeur de la fréquence de décalage Fd précitée qui sont fournis par la partie 250 de gestion d'acquisition. En fonction de l'état du signal de configuration, le filtre de boucle 30 est utilisé en mode acquisition ou en mode poursuite. Ainsi pour un premier état (Etat 1) du signal de configuration, le moyen 296 de commande de filtre inhibe la fonction de filtrage pour prendre en compte le signal d'amplitude nulle de sorte que le filtre de boucle fournit en sortie une valeur Sm indépendante du 35 signal d'erreur En. Pour un second état (Etat 0) du signal de configuration, le moyen 296 de commande de

filtre rétablit la fonction de filtrage pour que le filtre de boucle fournisse en sortie une valeur  $S_n$  définie par les relations suivantes:

5

$$S_n = A \cdot E_n + W_{n-1}$$

$$W_n = W_{n-1} + B \cdot E_n$$

10

Nous allons maintenant décrire le fonctionnement de la partie 250 de gestion d'acquisition en se référant à la figure 6 qui est un organigramme sous forme d'enchaînement de blocs. La partie 250 de gestion d'acquisition est de préférence réalisée sous la forme d'une séquence d'instructions chargées dans une unité de traitement et de calcul telle qu'un microprocesseur.

20

Au début du processus de synchronisation du récepteur, la partie 250 de gestion d'acquisition effectue un premier traitement d'initialisation correspondant au bloc 600 en configurant le filtre de boucle par l'envoi du signal de configuration placé dans le premier état, en chargeant une valeur de fréquence de décalage  $F_d$  nulle dans le registre 295 et en initialisant un compteur de décalage Cpt.

25

30

35

Ensuite, la partie 250 de gestion d'acquisition recherche une corrélation du signal étalé reçu avec sa base de temps en prélevant successivement les échantillons de corrélations  $Z_m$  fournis par le second accumulateur 240, cette étape correspondant au bloc 605. Chaque échantillon de corrélation prélevé est comparé à un seuil préétabli, cette étape étant réalisée dans le bloc 610. Si l'échantillon de corrélation ne dépasse pas le seuil préétabli, la partie 250 de gestion d'acquisition compare, dans le bloc 620, le contenu du compteur Cpt à la valeur 10.L (L étant la longueur en nombre d'échantillons de la

séquence pseudo-aléatoire générée) pour tester la présence d'un signal étalé. Bien entendu la constante 10 a été choisie arbitrairement. Si le contenu du compteur Cpt est supérieur à dix longueurs de séquence,  
5 le processus de synchronisation est repris dans le bloc 600. Si le contenu du compteur Cpt est inférieur à 10.L, la partie 250 de gestion d'acquisition, dans le bloc 625, incrémenté d'une unité le contenu du compteur Cpt et envoie au circuit 270 de décalage  
10 d'horloge un signal de décalage comme indiqué précédemment. Le processus d'acquisition retourne ensuite au bloc 605 de prélèvement d'un échantillon. Ainsi les étapes symbolisées par les blocs 600 à 625 ont pour but de détecter une première corrélation du  
15 signal reçu avec la base de temps du récepteur par comparaison des échantillons de corrélation avec un seuil et décalage, par pas d'exploration de Tr/2, du signal d'horloge H.

20 Lorsqu'une corrélation est détectée, c'est-à-dire lorsque l'échantillon de corrélation courant dépasse le seuil dans le bloc 610, la partie 250 de gestion d'acquisition initialise de nouveau le compteur Cpt dans le bloc 630. Les échantillons de corrélation suivants sont prélevés dans le bloc 635 et comparés successivement au seuil dans le bloc 640. Tant que l'échantillon courant est inférieur au seuil, la partie 250 de gestion d'acquisition incrémenté le contenu du compteur Cpt d'une unité et envoie une commande de décalage au circuit 270 de décalage d'horloge dans le  
25 bloc 650. Avant chaque incrémantation du contenu du compteur Cpt, la partie 250 de gestion d'acquisition compare le contenu du compteur Cpt à une valeur maximale possible de longueur de séquence Dmax dans  
30 l'étape 645. Si le contenu du compteur Cpt dépasse cette valeur Dmax, le processus d'acquisition est repris complètement à partir du bloc 600. Une valeur de  
35

5        seuil trop grande, pour la détection d'une corrélation, peut être à l'origine de ce dépassement. Après incrémentation du contenu du compteur et décalage de la base de temps dans le bloc 650, le processus d'acquisition reprend au bloc 635.

10      Lorsqu'une seconde corrélation est détectée, c'est-à-dire qu'un échantillon de corrélation courant dépasse le seuil dans le bloc 640, la partie 250 de gestion d'acquisition compare le contenu du compteur Cpt à une valeur minimale possible de longueur de séquence Dmin dans le bloc 660. Si le contenu du compteur est inférieur à la valeur Dmin le processus d'acquisition est repris complètement depuis le bloc 15      600. Une valeur de seuil trop faible peut être à l'origine d'une détection de corrélation non significative. Si le contenu du compteur Cpt est supérieur à la valeur Dmin, la partie 250 de gestion d'acquisition détermine une fréquence de décalage Fd à partir du contenu du compteur Cpt dont la valeur à cet instant est représentée par D. Cette fréquence de décalage Fd peut être représentée par l'expression 20       $(1/Tr) - (1/Te)$ , soit un écart de fréquence, où Tr et Te représentent respectivement une période de la base de temps du récepteur et une période de la base de temps de l'émetteur. Ainsi les étapes symbolisées par les blocs 640 à 670 ont pour but de comptabiliser les retards successifs appliqués à la base de temps du récepteur entre deux détections successives d'une 25      corrélation et estimer un écart de fréquence entre la fréquence de la base de temps de l'émetteur et la fréquence de la base de temps du récepteur à partir du résultat de la comptabilisation.

30      35      Nous allons maintenant expliciter la relation entre la fréquence de décalage Fd fournie par la partie 250 de gestion d'acquisition et la valeur D représentant

le contenu du compteur Cpt au moment d'une seconde détection de corrélation pendant la phase d'acquisition.

5                   On considère que la corrélation détectée à l'instant t peut être mise sous la forme suivante:

$$R(t/Te - t/Tr + \varphi) + n(t) \text{ où}$$

10                   $\varphi$  est un terme de déphasage aléatoire;  
n(t) est un terme de bruit dû au bruit thermique du canal de transmission. On supposera que ce terme est nul dans ce qui suit.

15                   $R(\bar{C})$  est approximativement la fonction d'autocorrélation de la séquence pseudo-aléatoire et a une périodicité L (L étant la longueur de la séquence pseudo-aléatoire en nombre d'élément de séquence). La forme de  $R(\bar{C})$  est représentée en figure 5. Lorsque la partie de gestion d'acquisition détecte une première corrélation dans le bloc 610, on considère que l'on se place à l'origine des temps ( $t=0$ ). Après une première itération dans la boucle formée par l'enchaînement des blocs 650, 635 c'est-à-dire à l'instant N.Tr, la base de temps (Signal d'horloge H) du récepteur a été retardée d'une période  $Tr/2$ . Par conséquent à l'instant  $t = N.Tr$ ,  $\bar{C} = NTr/Te - NTr/Tr - 1/2$ .

20                  Après D itérations, c'est-à-dire à l'instant  $DNTr$ ,  $\bar{C} = DNTr/Te - DNTr/Tr - D/2$ .

25                  A l'instant  $t = DNTr$ , une seconde corrélation est détectée dans le bloc 640 et on peut considérer que  $\bar{C} = -L$ . On obtient ainsi la relation suivante:

$$DNTr(1/Te - 1/Tr) - D/2 = -L \text{ soit}$$

30                   $F_d = Fr(D/2 - L) / ND$  où

Fr est l'inverse de la période d'un échantillon de la séquence pseudo-aléatoire générée ( $Fr = 1/Tr$ ) ;

5 D est le nombre de retards comptabilisés;

L est la longueur de la séquence pseudo-aléatoire générée;

N est une constante de corrélation ( $N = GK$ ).

10

Par conséquent la fréquence de décalage  $F_d$ , ou écart de fréquence, est directement liée à la valeur de comptage D des retards appliqués à la base de temps du récepteur pour détecter deux corrélations successives. La partie 250 de gestion d'acquisition envoie la valeur  $F_d$  et le signal de configuration placé dans le second état au filtre de boucle 290, dans le bloc 675. En réponse au signal de configuration placé dans le second état, le filtre de boucle 290 charge la valeur  $F_d$  dans le registre 295 et fournit en sortie une valeur  $S_n$  asservissant l'oscillateur 280 pour éliminer l'écart de fréquence  $F_d$  avant la phase de poursuite.

25

En se reportant à la figure 5, on a représenté la fonction d'autocorrélation selon trois cas de figure correspondant respectivement au cas où les bases de temps de l'émetteur et du récepteur sont identiques ( $F_d=0$ ), au cas où la base de temps de l'émetteur est moins rapide que la base de temps du récepteur ( $F_e < F_r$ ), et au cas où la base de temps de l'émetteur est plus rapide que la base de temps du récepteur ( $F_e > F_r$ ). Suivant les cas de figure, la valeur de D est égale, inférieure ou supérieure à l'écart ( $2L$ ) entre deux corrélations successives. La fréquence de décalage  $F_d$  calculée à partir de la valeur D qui est appliquée en entrée de l'oscillateur commandé numérique corrige l'écart entre la fréquence de la base de temps

de l'émetteur et la fréquence de la base de temps du récepteur en augmentant ou en diminuant cette dernière en fonction du signe de la valeur Fd.

5

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à l'exemple de réalisation ci-dessus décrit et on pourra prévoir d'autres modes de réalisation de l'invention sans pour cela sortir du cadre de l'invention.

## REVENDICATIONS

5        1. ) Une méthode pour synchroniser un récepteur (150) avec un émetteur (100) dans un système d'étalement de spectre, ledit récepteur ayant une base de temps H et recevant un signal étalé par séquence directe fourni par l'émetteur, la méthode comprenant une phase d'acquisition par recherche série suivie  
10      d'une phase de poursuite, caractérisée en ce que pendant la phase d'acquisition on effectue les étapes suivantes:

- 15      - détermination (670) d'un écart de fréquence entre une séquence pseudo-aléatoire engendrée par le récepteur et une séquence pseudo-aléatoire contenue dans le signal étalé reçu;
- asservissement (675) de la base de temps du récepteur pour annuler ledit écart de fréquence avant la phase de poursuite.

20        2. ) Une méthode selon la revendication 1 dans laquelle la détermination d'un écart de fréquence comprend les étapes suivantes:

- 25      - recherche (610) d'une corrélation du signal étalé reçu avec la base de temps du récepteur, par pas d'exploration, en appliquant (650) des retards successifs à la base de temps en réponse à la détection d'une première corrélation;
- 30      - comptabilisation (650) des retards successifs appliqués à la base de temps du récepteur depuis la détection de la première corrélation jusqu'à une nouvelle détection (640) de corrélation;
- calcul (670) de l'écart de fréquence à partir de ladite comptabilisation de retards successifs.

3. ) Une méthode selon la revendication 2 dans laquelle ledit écart de fréquence est obtenu à partir de la relation:

5

$$F_d = F_r(D/2 - L) / ND \text{ où}$$

$F_r$  est l'inverse de la période d'un échantillon de la séquence pseudo-aléatoire générée;

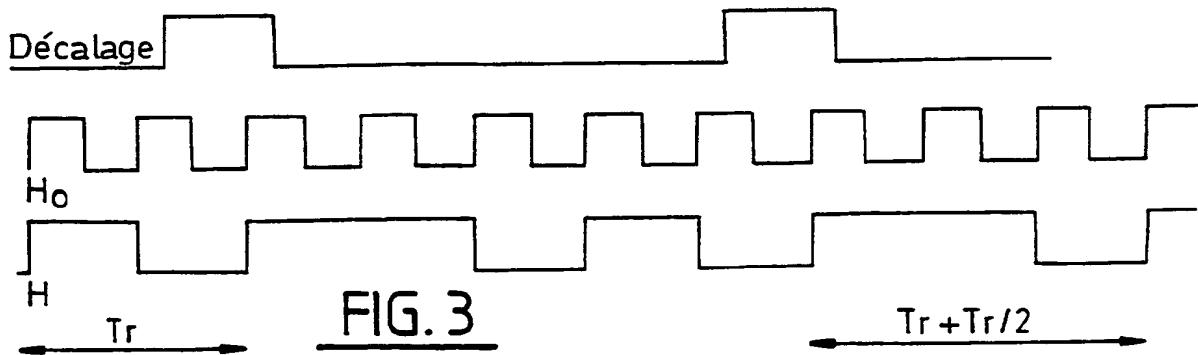
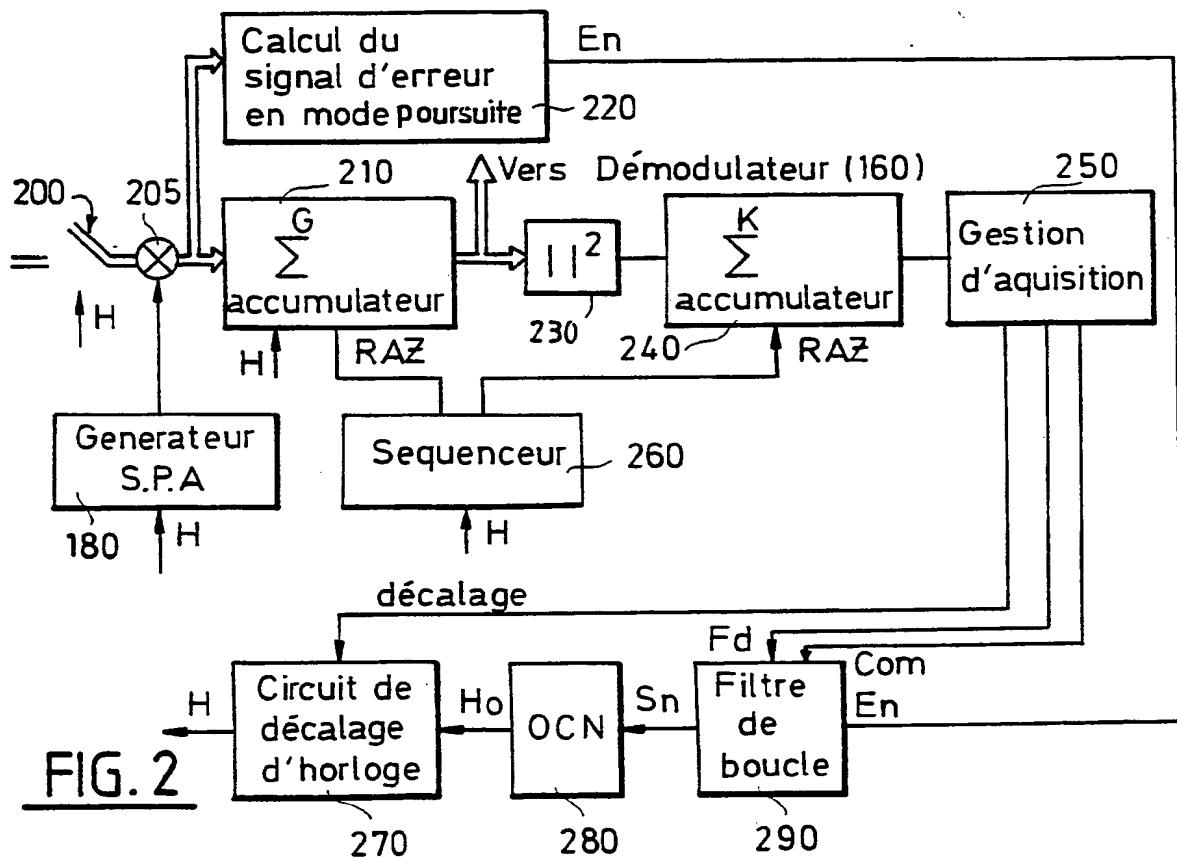
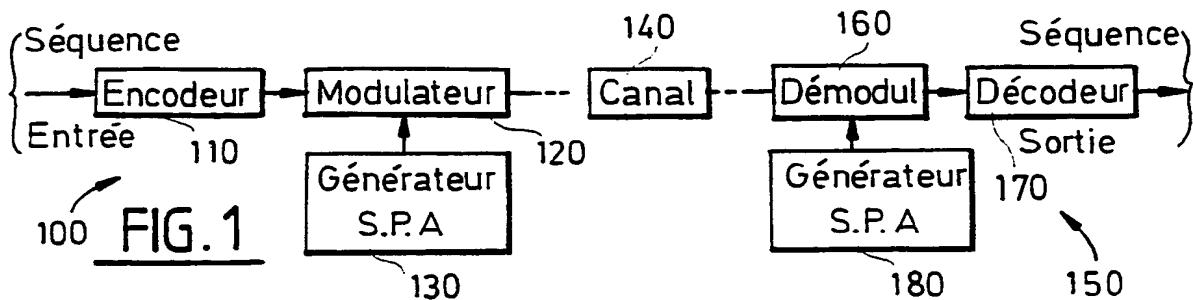
D est le nombre de retards comptabilisés;

10

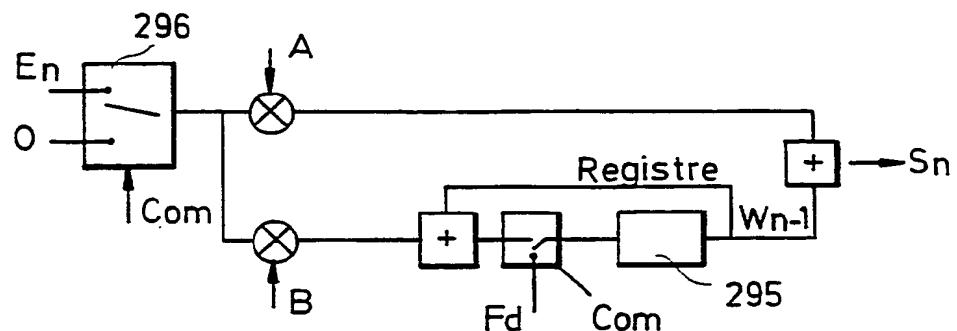
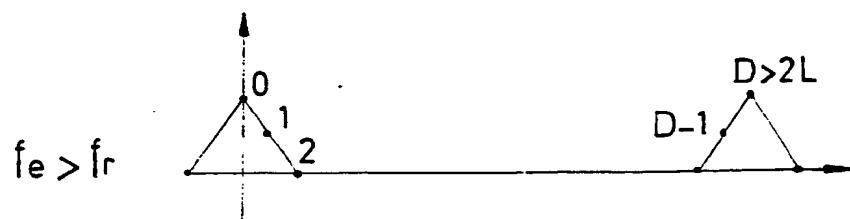
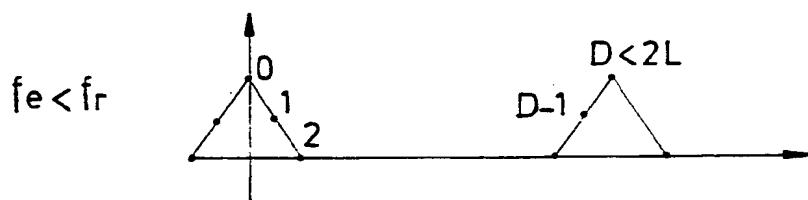
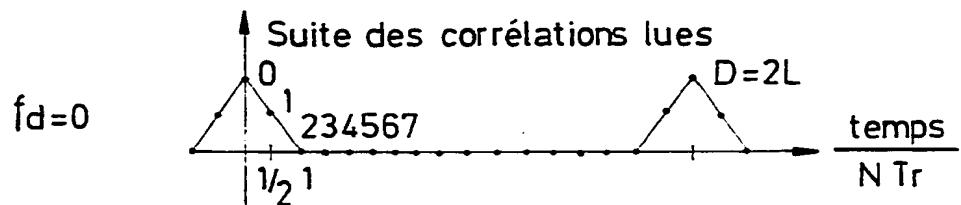
L est la longueur de la séquence pseudo-aléatoire générée;

N est une constante de corrélation.

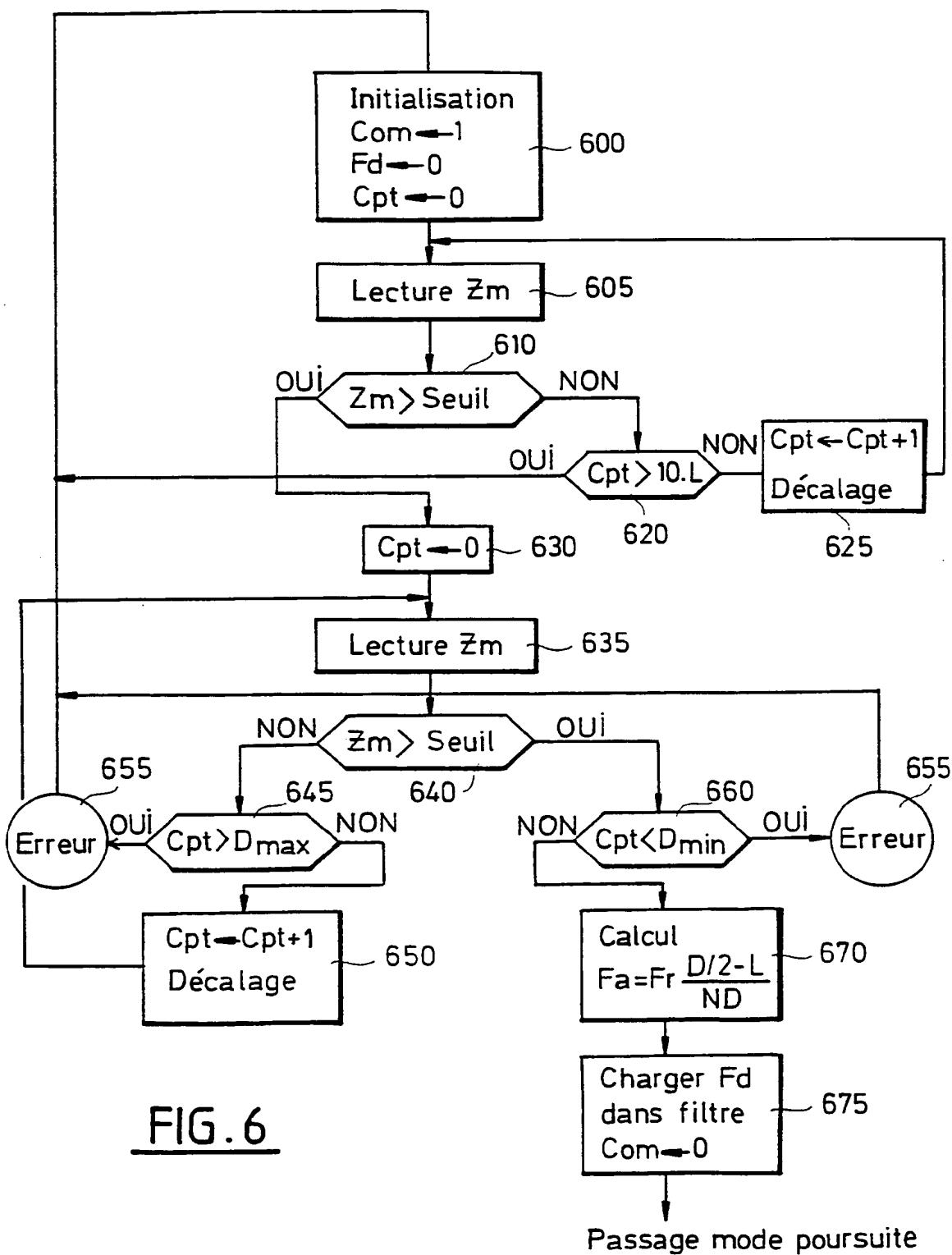
1 / 3



2 / 3

FIG. 4FIG. 5

3 / 3



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

## RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9013519  
FA 451708

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	DE-A-3 025 326 (SIEMENS) * Page 4, lignes 8-28; page 5, lignes 18-24; page 7, ligne 31 - page 9, ligne 8; page 9, lignes 21-28 *	1
A	-----	2, 3
DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. C15)		
H 04 J H 04 B		
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
15-07-1991		VAN DEN BERG, J.G.J.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul      Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie      A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général      O : divulgation non-écrite      P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention      E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.      D : cité dans la demande      L : cité pour d'autres raisons      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		